AUS DER UNIVERSITÄTS-AUGENKLINIK BASEL
DIREKTOR: PROFESSOR DR. A. BRÜCKNER

Über Corneo - Scleralschalen aus Kunstharz

Versuch eines neuen Verfahrens

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät
der Universität
Basel

vorgelegt von

Hans Stenzl

von München

BASEL, 1943

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Von der
Medizinischen Fakultät Basel
genehmigt
auf Antrag von Professor Dr. A. Brückner

Tag der Promotion: 29. Januar 1941

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546709_0182

Über Corneo- Scleralschalen aus Kunstharz

Versuch eines neuen Verfahrens

Die historische Entwicklung des Problems.

I. F. Herrschel schlug 1827 als erster vor, die Hornhautrefraktion dadurch zu verändern, daß eine durchsichtige tierische Gallerte mit einem auf das Auge aufgelegten Glase von sphärischer Wölbung vor die Hornhaut gebracht und so die unregelmäßige Krümmung der Hornhaut durch die regelmäßige Begrenzung der Gallerte ersetzt wird. Die ersten praktischen Schritte zu dieser rein theoretischen Forderung unternahm Fick (1) 1887.

Die Versuche, Medikamente mittels aufgelegter Gelatineplättchen oder Glasschalen an die erkrankte Cornea heranzubringen, wie sie Galezowski (2) und de Wecker (3) unternommen hatten, können noch nicht eigentlich als Lösungsversuche des Kontaktschalenproblems bezeichnet werden, da der Ausgangspunkt für diese Versuche ein völlig anderer war.

Fast gleichzeitig mit Fick unternahmen A. Müller (4) in seiner Dissertation und Kalt (5) Versuche, hohe Myopie und Keratokonus durch Kontaktschalen auszukorrigieren. Kalt ging dem schwierigen Problem der Haptik, d. h. des guten Sitzes der Schale an der Sclera, vorsichtig aus dem Wege, indem er seinen Schalen gar keinen Scleralteil gab und sie nur auf der Cornea aufliegen ließ. Die von beiden Autoren erzielten optischen Resultate waren gut, dagegen ließ die Verträglichkeit der Schalen stark zu wünschen übrig.

Diese schlechte Verträglichkeit der damaligen Kontaktschalen erklärt überhaupt erst, wie es möglich war, daß noch 1895 Lohnstein und Siegrist ein so unförmiges Instrument wie ihr Hydrodiaskop herausbringen konnten. Seine Verträglichkeit war eben wesentlich besser und damit der therapeutische Effekt mindestens so gut wie mit den damaligen Kontaktschalen.

Die beiden dann gebräuchlichen Formen von Haftgläsern waren die von Zeiß und die von Gebr. Müller-Wiesbaden. Die Zeiß'schen geschliffenen Gläser zeichneten sich durch hervor-

ragende Optik und dadurch sehr gute Korrektur aus, wurden aber nur in vier verschiedenen Formen geliefert, welche alle denselben Scleralteil hatten. Sie zeigten besonders an der Limbusgegend der Innenfläche einen scharfen Rand, welcher die Limbusgefäße komprimierte und dadurch zu Unverträglichkeit führen mußte. Die Müllerschen Gläser wurden geblasen und standen daher in viel größerer Auswahl zur Verfügung. Da aber auf diese Weise je nach dem Auswahlprinzip entweder die Optik oder die Haptik dem Zufall überlassen blieb, die Optik zudem häufig astigmatisch war, befriedigten auch diese Gläser nicht ganz, obwohl sie meistens besser vertragen wurden als die Zeiß'schen. An beiden Formen wurden im Laufe der Zeit kleinere Aenderungen angebracht, ohne daß wesentliche Besserungen erreicht wurden. Immer blieb ein gewisser Prozentsatz von Patienten übrig, für welche keine passende Schale gefunden werden konnte.

L. Heine (6) förderte am internationalen Ophthalmologenkongreß in Amsterdam 1929 die Entwicklung des Problems stark, indem er die beiden zu lösenden Aufgaben, Optik und Haptik, völlig von einander trennte und durch einen von Zeiß für ihn angefertigten Satz von afokalen Kontaktschalen mit abgestufter, jedoch sphärischer Haptik die Möglichkeit schuf, genauere Anpassungen vorzunehmen. Das jeweils am besten vertragene Glas wurde dann mit der entsprechenden Optik versehen, was natürlich beim Schleifverfahren ohne weiteres möglich ist. Mit dem von Heine gebrauchten Satz von Probierschalen Zeiß'scher Herkunft hatten auch andere Autoren günstige Erfolge (v. Pellathy [7], v. Grósz [7]). J. Dallos (8) berichtete noch 1929 in der ungarischen ophthalmologischen Gesellschaft recht zuversichtlich über die Erfolge, welche er an 100 Patienten mit den Zeiß'schen Gläsern gehabt hatte, ohne den neuen Heineschen Probierschalensatz zu kennen. Allerdings stellte er nur den Anspruch, daß die Schalen lediglich während 2—3 Stunden vertragen werden sollten. Die Forderung nach längerer Verträglichkeit ließ ihn schließlich von den Zeiß'schen Gläsern abkommen.

Den Grund für die häufige Unverträglichkeit von Kontaktschalen mit rein sphärischer Haptik fand Strebel (9) gesetzmäßig darin, daß die vordere Bulbuskalotte durch den Zug der geraden Augenmuskeln deformiert wird und daher häufig asphärisch ist. Die Asymmetrien der vorderen Lederhautkalotte seien direkt proportional der Funktionsfrequenz der geraden Augenmuskeln und umgekehrt proportional der Festigkeit der Sclera. Am häufigsten und stärksten träten Asymmetrien in der Gegend des Ansatzes des Musc. rectus medialis auf, als Folge der ständigen Konvergenzfunktion. Bei Streuungsmyopien von —1 bis —12 dptr finde man bis über 60% «nasale Konvergenzasymmetrien», während die

hohen Myopien von —12 bis —25 dptr bis 90% sphärische Kalotten zeigen, ebenso wie auch die rein Hyperopen und die Keratokonusfälle. Hohe Grade von Astigmatismus Corneae seien häufig von asphärischen Lederhautkalotten begleitet, wobei sich die Zylinderachsen und die Asymmetrieachsen entsprächen.

Diese Angaben Strebels erklären die Schwierigkeiten fast aller Autoren bei der Kontaktschalenanpassung und rechtfertigen ohne weiteres den Versuch einer individuellen Anfertigung nach dem entsprechenden Patientenauge.

Schon R. Descartes (10) (zitiert nach Much) soll den Gedanken geäußert haben, die Hornhaut durch Abgüsse genau nachzuformen.

Von Csapòdy (11) publizierte 1929 als erster ein Verfahren, mittels einer Mischung von weichem und hartem Paraffin, welche in einen, dem Auge aufsitzenden Tubus nach Erwärmen eingegossen und durch eisgekühltes flüssiges Paraffin zum Erstarren gebracht wird, Abgüsse vom lebenden Auge zu erhalten. Diese Abgüsse wurden in ein Positiv umgegossen, welches zur Verfertigung der Kontaktschalen ausgemessen wurde. V. Csapòdy hat später selbst die Bedenklichkeit seines Verfahrens erkannt und das Paraffin durch eine gelatinöse Masse ersetzt (7).

Bald fingen auch andere Autoren an, sich mit Abgüssen der vorderen Bulbuskalotte abzugeben. Prister (12) verwendet dazu Wachs, während Dallos (13) ein hydrophiles Kolloid «Negocoll» benützt. Er macht in vier verschiedenen Blickrichtungen Abgüsse vom Bulbus, welche er nachher zusammensetzt. Das davon gewonnene Positiv wird von der Firma Zeiß bearbeitet und zu Korrekturen solange zwischen dieser und Dallos hin- und hergeschickt, bis die Schale reizlos vertragen wird.

Dieses von Dallos angegebene Verfahren konnte sich einigermaßen durchsetzen, und einige Autoren berichten über günstige Ergebnisse [14], [17]). Immerhin fehlt es nicht an kritischen Stimmen, welche die Umständlichkeit des Verfahrens und den hohen Preis der so gewonnenen Kontaktschalen bemängeln (Sattler [15], Flynn [16]). Die Schalen müssen noch durchschnittlich sechsmal in die Fabrik zurückgeschickt werden zur Vornahme kleinerer Korrekturen. Natürlich ist auch nur eine größere Firma imstande, derartige Schalen in Einzelherstellung zu liefern.

Um wenigstens diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, machte sich Teißler (18) die leichte Formbarkeit des Zelluloids zunutze und formte aus ihm Kontaktschalen, über die er sich jedoch ziemlich resigniert äußert. Sie verbiegen sich durch die Körperwärme, reizen manchmal und sind optisch nicht einwandfrei.

Von Györffy (19) ging einen Schritt weiter als Teißler, indem er ein brauchbareres Material für seine Schalen suchte und schließlich unter den Kunstharzen der Methyl-akrylesterreihe

fand. Die Ester der Methyl-akrylsäure haben ein außerordentliches Polymerisationsbestreben. Die Polymerisate sind wasserhelle, zwischen 140 und 200° plastisch werdende Körper, welche optisch schleifbar sind und deren Brechungsindex nahe dem des Glases liegt. Györffy nimmt einen Abguß vom Bulbus nach der Dallos'schen Methode, gießt das erhaltene Negativ in ein Hartgips- oder Kunststeinpositiv um und überzieht dasselbe mit einer erwärmten, 0,5 bis 1 mm dicken Kunstharzplatte. Nach dem Erkalten wird das nun im Rohbau fertige Glas beschnitten und angepaßt. Nachträgliche Korrekturen werden am Kunststeinmodell angebracht und das Kunstharzglas nach erneutem Erwärmen abermals auf das jetzt korrigierte Modell aufgezogen. Ueber die Schleifung des Glases schreibt von Györffy nichts. Die erhaltenen Resultate sollen befriedigend sein.

Zur Kritik der Abformungsmethoden des Bulbus.

Die Auswahl eines geeigneten Abformmaterials ist außerordentlich schwierig. Von Csapòdy (11) nahm ursprünglich Paraffin, wie dieses auch von anderen Autoren verwendet wird. Einige sehr große Nachteile haften jedoch allen Paraffinarten an. Der Uebergang von der flüssigen in die feste Phase erfolgt beim Paraffin nicht wie bei einer Kristallisation plötzlich, sondern über eine plastische Uebergangsstufe, welche etwa bei Körpertemperatur erreicht ist. Dieser Umstand zwingt zur Abkühlung der Masse auf dem Auge, welche nicht unbedenklich scheint in Anbetracht dessen, daß gerade die für Kontaktschalen vorgesehenen Augen häufig schon schwere Erkrankungen durchgemacht haben (Herpes, Scrophulose, Keratitis anderer Genese usw.) und damit wohl auch empfindlicher sind gegenüber starken Temperaturschwankungen. Eine zweite unangenehme Eigenschaft der Paraffine ist ihre starke Retraktion bei der Abkühlung. Sie beträgt für hartes Paraffin 14—15% des Volumens bei Abkühlung von 65 auf 0°, für weiches Paraffin ist sie noch wesentlich größer.

Pollers «Negocoll» retrahiert sich fast nicht bei der Abkühlung und kann körperwarm aufgetragen werden. Eine Kühlung ist nicht nötig. Die damit gewonnenen Abdrücke sind scharf. Diesen Vorteilen steht der Nachteil gegenüber, daß das Negocollnegativ sofort verarbeitet werden muß. Schon halbstündiges Liegenlassen an der Luft führt durch Austrocknung zu ganz beträchtlichen Formveränderungen. Zudem ist es, wie alle anderen bisher bekannten Abdruckmassen an die Verwendung eines Trägers gebunden, wo-

für Dallos Müllersche Kontaktschalen, andere Autoren (v. Györffy [19], Th. Obrig [20], Maisler [21]) Schalen eigenen Modells benützen. Es ist zu sagen, daß an sich jeder auf den Bulbus aufgesetzte Träger, welcher Form er auch immer sein mag, geeignet ist, den Bulbus, wenn auch in geringem Grade zu deformieren. Ein freitragendes Abformmaterial, welches erlauben würde, den Bulbus nach Abziehen der Lider direkt zu übergießen, steht bis jetzt noch nicht zur Verfügung.

Ueber das von Maisler (21) gebrauchte reversible Gel «Dentocoll» konnte ich keine näheren Angaben erhalten.

In dem Bestreben, ein möglichst großes Stück des Scleralrings rund um die Cornea zu erhalten, macht Dallos, wie oben erwähnt, in vier verschiedenen Blickrichtungen Abgüsse, welche er später zu einem Stück zusammensetzt, eine recht schwierige und vielleicht nicht ganz gerechtfertigte Arbeit. Die Größe eines einzigen Abgusses ist völlig genügend für die Herstellung der Kontaktschale. Die Zusammensetzarbeit öffnet nachträglichen Ungenauigkeiten Tür und Tor, und noch ein weiterer Fehler dürfte sich einschleichen: macht man z. B. bei extremer Blickwendung nach rechts vom linken Bulbus einen Abguß, so wird besonders das Gebiet des Ansatzes des Musc. rectus externus zur Abbildung gelangen, jedoch während völliger Erschlaffung des Muskels. Bei Primärstellung des Auges ist jedoch der Muskel nicht völlig erschlafft, sondern durch seinen Tonus leicht verdickt. Dasselbe gilt für alle anderen Muskeln. Diese Methode des vierfachen Abgusses wird daher auch von den anderen Autoren, welche sich im übrigen der Dallos'schen Methode bedienen, nicht angewendet. Im Allgemeinen wird die Abformung vom ruhenden Auge in Primärstellung vorgenommen, ich selbst habe es sogar vorgezogen, während der Erhärtung des Abgusses Blickwendungen ausführen zu lassen.

Zur Kritik der von Györffy'schen Methode.

Die Methyl-akrylate bilden in polymerem Zustande lange Molekülketten, welche einer nachträglichen Deformierung einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Es ist allen Verarbeitern von Kunstharzen in unangenehmer Weise bekannt, daß bei der Formung des fertigen Polymerisates leicht innere Spannungen entstehen, die dazu führen können, daß die neue Form sich im Laufe einiger Tage spontan ändert oder sogar bei geringfügigem Anlaß zerbricht. Preßt man z. B. eine gewölbte Schale unter hohem

Druck und erhöhter Temperatur flach, so genügt nach dem Erkalten eine ganz leichte Verbiegung, um die Platte mit einem Krach zerspringen zu lassen. Diese beiden Gefahren, die der Spontanverbiegung und die der Spontanfraktur, scheinen mir nicht so unwesentlich zu sein und weisen auf den unten skizzierten Weg.

Eigenes Verfahren.

Anlaß zur vorliegenden Arbeit gab ein Patient mit beidseitigem, mehrfach operativ behandeltem Keratokonus, bei welchem die Verordnung Müllerscher und Zeiß'scher Haftgläser mißlang. Der Verfasser ging schließlich, einstweilen ohne Literaturkenntnisse daran, nach einem Verfahren zur Abformung des Bulbus zu suchen, ein Beginnen, welches anfänglich viel leichter durchführbar zu sein schien, als es sich nachher erwies.

Als Abdruckmaterialien wurden nacheinander untersucht: Hartes Paraffin (Smp. 56—60°), weiches Paraffin (Smp. 42—44°), Gips, Aquadont-Odem (ein vorzügliches Abdruckmaterial von gipsartiger Beschaffenheit), verschiedene hydrierte Fette, Stents (ein siegellackartiges, zahnärztliches Abdruckmaterial), verschiedene Mischungen von Stents mit Cetylalkohol, Cetylalkohol selbst, Veratrumaldehyd, verschiedene, durch fraktionierte Vakuumdestillation aus dem Weichparaffin gewonnene Teilfraktionen, ein Hydrokolloid «Zelex» und schließlich auf Grund der Dallos'schen Arbeiten «Negocoll».

Es ist überflüssig, auf die Versuche im einzelnen einzugehen. Paraffin und seine Fraktionen schieden aus infolge der starken Retraktion bei der Abkühlung und infolge des unpräzisen Erstarrungspunktes; Gips und Aquadont führten beim Verfasser im Selbstversuch zu schweren, hartnäckigen Conjunctivitiden, während sie am Kaninchenauge wesentlich harmloser zu sein schienen. Fette waren zu plastisch oder zu bröckelig, Stents und seine Mischungen mit Cetylalkohol bedenklich infolge des hochgelegenen Erstarrungspunktes. Als Nebenbefund entstand beim Verfasser durch die Verwendung dieser Mischung, wahrscheinlich infolge der Erwärmung des Auges, eine einseitige Myopie von —6 dptr, welche nach 2 Stunden zurückging, vielleicht eine Folge der Ciliarkörperhyperämie und der dadurch bedingten Erschlaffung der Zonula, jedenfalls aber ein Warnungszeichen. Das Hydrokolloid «Zelex» setzt bei der Abformung die Anwendung eines ziemlich hohen Drucks voraus und schaltet deswegen aus; Veratrumaldehyd erstarrt zu langsam.

Die ersten mit Negocoll vorgenommenen Versuche fielen ungünstig aus und führten beim Verfasser regelmäßig zu starkem Epitheloedem und Erosionen der Cornea, einmal zu einer Erosion fast der gesamten Hornhaut. Die Ursache dieser Schädigungen wurde dann im Anästheticum gefunden, als welches Pantocain verwendet worden war. Das nur mit Pantocain behandelte Kontrollauge blieb völlig intakt, sodaß es sich offenbar nicht um eine Idiosynkrasie handelt. Das Pantocain scheint irgendwie, vielleicht durch ein Oedem der Bowmannschen Membran, die Ablösung des Epithels zu begünstigen. Ersatz des 1proz. Pantocains durch 1promilliges Percain beseitigte die Schwierigkeiten vollkommen.

Als glasartige Substanz für die Haftgläser verwendete ich ebenfalls Methyl-akrylate. Im Gegensatz zu v. Györffy, welcher das fertige Polymerisat nachträglich formt, benütze ich die große Polymerisationsfähigkeit dazu, die Polymerisation erst in einer Gußform eintreten zu lassen. Eine Mischung von gleichartigem pulverisiertem Polymerem und flüssigem Monomerem wird zu gut knetbarer Konsistenz verarbeitet, in der Gußform durch 20 Minuten langes Kochen in Wasser unter dem Druck einer kleinen Schraubspindel polymerisiert und kommt nach dem Erkalten als glasklare Masse aus der Form. Dieses Verfahren, welches zudem erlaubt, die gewünschte Krümmung der Glascornea gleich in die Gußform einzubauen, hat den Vorteil, daß keine inneren Spannungen die Haltbarkeit des Glases nachträglich in Frage stellen.

Beschreibung der Methode.

1. Arbeitsmaterial:

Pollers Negocoll
Hartgips (Moldano der I. G. Farben A. G.)
1 Satz Saugglocken nach Dr. Herzau
1 Amp. Percain 1‰, 5 ccm, dem pro 5 ccm 2 Tropfen Adrenalin 1 : 1000 zugesetzt werden.
Steriles Olivenöl
1 Becherglas 150 ccm
1 Glasspatel
Watte
Acetonlöslicher Glaskitt (Plüssofix)

1 Satz Kugellagerkugeln in allen Abstufungen von 12 bis 22 mm Durchmesser

1 Glasröhre von 10 mm Durchmesser und 20 mm Länge

1 Küvette aus 1,5 mm starkem Messing, von 5 cm Durchmesser und 2,5 cm Höhe mit 2 kräftigen Zapfen in der Wand an der oberen Öffnung. Auf die Küvette paßt ein gleichstarker und gleichgroßer Hohlzylinder aus Messing, welcher an den den Zapfen entsprechenden Stellen 2 Löcher aufweist. Der Hohlzylinder ist oben durch einen ebenfalls mit Zapfen fixierbaren Deckel zu verschließen.

Pulverisiertes polymeres und flüssiges monomeres Methylakrylat

Zinn-Blei-Folien von höchstens 0,01 mm Dicke

Weichparaffin, ausgezogene Glasröhren, Papierkitt, Mischschalen für Gips etc.

1 kleine Schraubzwinge

1 Zeiß'sche Kontaktschale bekannter Brechkraft.

2. Vorbereitung des Patienten:

Das Auge des Patienten wird mit Percain-Adrenalininstillationen ausgiebig anästhesiert, dann wird es nochmals an der Spaltlampe kontrolliert. Frische entzündliche Prozesse des Auges sind eine unbedingte Kontraindikation für die Vornahme des Abgusses. Man setzt, wenn das Auge tadellos befunden wurde, dem Patienten das Zeiß'sche Haftglas ein und korrigiert ihn durch vorgesetzte sphärische Gläser voll aus. Mit dem Keratometer wird der Scheitelabstand des Zusatzglases genau bestimmt und das Zusatzglas auf den für den Scheitelabstand 0 mm gültigen Wert reduziert. Die Summe der Brechkraft der Zeiß'schen Schale und der reduzierten zusätzlichen Korrektur ergibt die Brechkraft der gewünschten Kontaktschale. Am Ophthalmometer nach Javal kann der dazugehörige Krümmungsradius der Haftschale abgelesen werden. Man kann ihn auch nach der Formel berechnen:

$$D = \frac{n-1}{r},$$

worin D die gesuchte Brechkraft bei bekanntem Radius ist, n der Brechungsindex des reduzierten Auges (= 1,336) und r der in Metern gemessene Krümmungsradius der Haftschale.

Beispiel I

Visus mit Kontaktschale Zeiß 40,0 dptr (—8,4 mm Radius)
mit Zusatz von+12,0 δ =19,5 mm =$^6/_6$ (Aphakie)
Reduzierter Zusatz für δ = 0 mm = +15,5 dptr
Gesuchte Refraktion der Schale = 55,5 dptr,
was einem **Krümmungsradius von 6 mm** entspricht.

Beispiel II

Visus mit Schale 40,0 dptr u. — 8,0 dptr Zusatz bei δ =18 mm
= $^6/_7$
Zusatz für δ = 0 mm = — 7 dptr
Gesuchte Schalenrefraktion = 33 dptr
Gesuchter Krümmungsradius = 10,2 mm.

Man wählt jetzt die größtmögliche Saugglocke aus, welche sich gerade noch ohne Mühe unter die Lider einführen läßt, bestreicht sie an der Innenfläche gut mit Glaskitt und stopft sie rasch mit Watte voll. Nach einigen Minuten ist der Kitt getrocknet. Der Watteüberschuß wird sorgfältig entfernt, sodaß noch ein feiner Faserfilz an der Schale bleibt, welcher später dazu dient, das Negocoll an der Schale zu verankern.

3. Bereitung des Negocolls:

Eine kleine Hand voll Negocoll wird mit so viel Wasser, wie es gerade aufnimmt, im Becherglas auf ganz kleiner Flamme oder im Wasserbad solange erwärmt, bis es eine völlig gleichmäßige, crèmeartige Konsistenz angenommen hat. Dann wird es aus dem Wasserbad entfernt und in den auf ca. 37 Grad erwärmten Thermostaten zur Abkühlung gestellt.

4. Der Abguß:

Der Patient wird auf ein Untersuchungssofa in flache Rückenlage gebracht, mit leicht unterstütztem Kopf. Ein Assistent tropft 2 Tropfen Olivenöl in den Conjunctivalsack (als Schutzschicht) und hebt die Lider unter Spreizung vom Bulbus ab. Inzwischen hat man die präparierte Saugglocke mit einem Spatel bis zum Rande mit dem körperwarmen Negocollbrei gefüllt, die Ober-

fläche glatt gestrichen und schiebt nun rasch die Schale zuerst unter das Ober-, dann unter das Unterlid und drückt sie leicht an den Bulbus an. Der Patient wird dabei aufgefordert, etwa in einem Winkel von 10—20° nach oben zu sehen (von der Ruhelage aus). Sitzt die Schale, so läßt man den Patienten Blickwendungen nach links und rechts ausführen, um die Ansatzstellen der Mm. recti internus et externus gut zur Darstellung zu bringen. Nach etwa 4 Minuten ist das Negocoll erstarrt. An den Lidern haftende Negocollreste werden mit einem Schielhaken entfernt, die Lider geöffnet und der Patient aufgefordert, schräg mit dem Auge nach nasal-oben zu blicken. Der Bulbus wird temporal-unten leicht eingedrückt, sodaß Luft zwischen Schale und Auge eindringen kann. Dann wird der Abguß zuerst aus dem unteren, dann sehr vorsichtig aus dem oberen Fornix herausgezogen. Das Auge wird sogleich an der Spaltlampe kontrolliert. Meistens findet man ein ganz leichtes Epithelödem, welches nach 1—2 Stunden verschwindet. Der Abguß muß sofort weiter verarbeitet werden. Die Gegend des temporalen Lidwinkels wird an der Saugglocke mit Fettstift markiert.

5. Herstellung der Gußform:

In einer Schale aus Porzellan oder Gummi mengt man guten Hartgips (Moldano der I. G. eignet sich hervorragend) mit Wasser zu einem sehr dickflüssigen Brei an und füllt das Negocollnegativ damit bis zum Rande. Durch mehrmaliges kräftiges Klopfen werden Luftblasen entfernt. Man wartet, bis der Gips beinahe fest geworden ist und bringt dann noch aus Gips einen Zapfen an der Gipsoberfläche an, welcher dazu dient, das Positiv später in der Küvette zu verankern.

Die Küvette wird bis zum Rande mit Gipsbrei gefüllt und das Positiv mit dem noch daran haftenden Negativ, bevor es völlig erhärtet ist, mit dem Gipszapfen bis zum Rande der Saugglocke in den Gipsbrei eingetaucht. Dann läßt man das Ganze völlig erhärten, was etwa 2—3 Stunden benötigt.

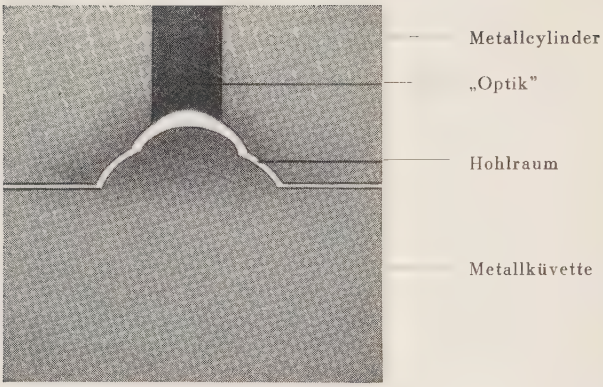
In der Zwischenzeit stellt man sich die Gußform für die Cornealkrümmung der Kontaktschale her. Man wählt aus den Kugellagerkugeln, welche mit größter Präzision hergestellt werden, diejenige aus, welche der vorher errechneten benötigten Krümmung der Kontaktschalencornea entspricht, also für oben erwähntes Beispiel 1 eine Kugel von 12 mm Durchmesser. Die Glasröhre von 10 mm lichter Weite wird innen gut paraffiniert, auf die Kugel aufgesetzt und außen ringsherum mit heißem Paraffin, welches man aus einer ausgezogenen Röhre auslaufen läßt, festgeklebt.

Dann wird die Röhre von oben her mit Hartgipsbrei gefüllt, durch Klopfen von Luftblasen befreit und der Gips erhärten lassen.

Ist der Gips in der Messingküvette völlig hart geworden, so trennt man, nachdem man die Gegend des temporalen Lidwinkels durch eine Kerbe im Gips markiert hat, das Negativ vom Positiv, was mühelos gelingt. Das Zentrum der Gipscornea wird mit einem Methylenblautupfen bezeichnet. Man überzieht das Positiv mit einer erwärmten, 0,5 mm dicken Wachsplatte, welche man im Handel erhält oder durch Aufgießen des entsprechenden Volumens an flüssigem Weichparaffin auf verdünnte, ca 1promillige Natriumcholatlösung von 50° Temperatur und Erkaltenlassen selbst herstellt. Man achte darauf, daß in der Wachsplatte keine Falten und verdünnten Stellen entstehen. Dann wird der Rand der Wachsplatte entsprechend der Form der späteren Kontaktschale beschnitten. Alle jetzt noch freiliegenden Gipsteile werden sehr sorgfältig mit Talcum eingerieben und gepudert.

Der inzwischen erhärtete Kugelabguß wird zur Trennung von der Kugel in siedendes Wasser getaucht, wobei die Kugel meistens von selbst abfällt und der Gipszylinder (weiterhin «Optik» genannt) sich glatt aus der Röhre entfernen läßt. Paraffinreste werden sorgfältig mit heißem Wasser abgespült. Man klebt den Zylinder mit wasserlöslichem Klebstoff zentral so auf den Wachsüberzug des Positivs, daß der Kugelabguß auf die Cornea zu liegen kommt, wobei einem der vorher angebrachte Methylenblautupfen, der durch das Paraffin durchschimmert, das Zentrum der Cornea bezeichnet. Bleiben zwischen Paraffinplatte und «Optik» (bei myopischen Refraktionen mit großem Krümmungsradius der Schale) in den Randteilen noch Spalten bestehen, so sind sie sorgfältig mit verflüssigtem Paraffin auszufüllen.

Jetzt wird der Messingzylinder auf die Küvette so aufgesetzt, daß deren Zapfen in die Löcher in der Wand des Hohlzylinders greifen und ihn dadurch fixieren. Man mengt Hartgipsbrei an und füllt den Zylinder bis zu seinem oberen Rande damit an. Die Luftblasen werden wieder sehr sorgfältig durch Klopfen entfernt, wobei darauf zu achten ist, daß der Gipszylinder seinen Sitz nicht ändert. Zum Schluß wird der Messingzylinder mit dem Deckel geschlossen und verzapft. Das Ganze wird während 3 Stunden ruhig stehen gelassen. Nach dieser Zeit legt man den ganzen Block für einige Minuten in kochendes Wasser, worauf sich Gipspositiv und Gegenguß mit «Optik» an den mit Talkum bestrichenen und an den mit Paraffin überzogenen Flächen leicht voneinander trennen lassen. Die Paraffinreste werden im kochenden Wasser entfernt. Man hat jetzt das Positiv und den um 0,5 mm davon weggehobenen Gegenguß mit der eingebauten «Optik» (Skizze S. 16). Die Form wird während einiger Stunden im Thermostaten getrocknet.



6. Die Herstellung der Corneo-Scleralschale:

Da die Akrylharze in monomerem Zustande sehr empfindlich sind gegen Feuchtigkeit und, unter Trübung der Substanz, sehr viele organische Stoffe zu lösen vermögen, ist die Isolierung der Gußform gegenüber der Schalensubstanz notwendig. Versuche, dies mit lackartigen Substanzen zu erreichen, schlugen fehl, sodaß man darauf angewiesen ist, die Form mit ganz dünnen Metallfolien auszukleiden. Beim Auskleiden mit den 0,01 mm dicken Zinn-Blei-Folien achte man darauf, daß sich im Gebiet der Optik und der Gipscornea keine Falten bilden, da diese am fertigen Stück ausgeschliffen werden müßten.

Man mischt fein pulverisiertes Methyl-akrylat-polymerisat mit dem gleichartigen Monomeren zu einer noch gut knetbaren Masse, wobei man darauf achte, daß sich keine Luftblasen bilden. Man knetet die Masse zu einer etwa 2 mm dicken Platte, legt diese in die Gußform, schließt die Form und spannt den ganzen Block in eine kräftige Spindelpresse bis zum völligen Schluß des Metallbehälters. Ueberschüssiges Methyl-akrylat wird dabei an den Seiten herausgepreßt. Es ist Uebungssache, die erforderliche Menge abzuschätzen, doch muß immer ein Ueberschuß vorhanden sein.

Sodann nimmt man die Metalldose aus der Spindelpresse, spannt sie in eine kleine Schraubzwinge ein und legt sie für 20 Minuten in das kochende Wasserbad. Während dieser Zeit geht die Polymerisation vor sich. Danach nimmt man die Dose heraus, läßt sie völlig erkalten und öffnet sie, wozu manchmal eine leichte

Gewaltanwendung nötig ist. Zur Entbindung der Schale aus der Gipsform ist häufig das Zerschlagen des einen Teils der Gußform nötig. Die Entfernung der noch der Schale anhaftenden Folienreste gelingt mühelos durch Einlegen in Quecksilber oder in 20-prozentige Salzsäure. Mit feinem Glaspapier wird der untere Schalenrand auf einer ebenen Platte zurecht geschliffen, die Kanten werden abgerundet.

Einige Mühe macht die Politur. Sie gelang mir schließlich ziemlich gut durch Verwendung einer Silicagel-haltigen Politurpaste «Securodent», welche mit einem Hirschleder aufgebracht und verrieben wird. Die Politur der optischen Zone nimmt man am besten vor unter Zuhilfenahme eines gleichen Kugelabgusses, wie der eingebaute es war, indem man ihn mit ganz dünnem Hirschleder überzieht.

Nimmt man statt der Gipsoptik eine solche aus Messing, welche mit der Kugelfräse exakt gefräst ist, so wird die Politur der Oberfläche im Cornealbereich überflüssig, wenn man vorher das Messingstück auf Hochglanz poliert hatte. An dieser zentralen Stelle kann in der Gußform die Folie weggelassen werden.

Praktische Erfahrungen.

Meine Erfahrungen mit der eben skizzierten Methode beschränken sich z. Zt. auf einen Patienten mit Keratokonus. Bei der Verfertigung dieser Schale verwendete ich für die Optik gewöhnlichen Handelsgips, welcher beim Einspannen der Form in die Spindelpresse nachgab, wodurch die Oberfläche der Schale deformiert wurde. Die übrigen Teile der Gußform waren aus Hartgips hergestellt. Der Sitz der Schale war bei Kontrolle an der Spaltlampe mit der Fluoresceinprobe einwandfrei, jedoch war die optische Korrektur völlig unzulänglich.

Zusammenfassung.

Nach einem historischen Ueberblick über die Entwicklung der Corneo-Scleralschalen und die Entwicklung des haptischen Problems werden die bisher bekannten Methoden zur Abformung des lebenden Bulbus kritisch gewürdigt.

Die bestehenden Verfahren zur Herstellung von Kontaktgläsern aus Kunstharz werden besprochen.

Es wird eine neue Methode zur Herstellung von Kunstharzkontaktschalen nach einem Abguß der vorderen Bulbuskalotte dargestellt, welche folgende Vorteile aufweist:

Durch Polymerisation des Kunstharzes in einer Gußform wird das Auftreten innerer Spannungen in der Kontaktschale vermieden und dadurch nachträglichen Formveränderungen und Spontanbrüchen der Schale vorgebeugt.

Die Gußform kann durch Einbau eines Kugelabgusses von berechnetem Krümmungsradius so gestaltet werden, daß ein nachträgliches optisches Schleifen unnötig wird.

Eine solche, fast rein technische Arbeit hat für den in diesen Dingen Ungeübten immer Ratschläge von Technikern, Ingenieuren, Chemikern u. a. zur Voraussetzung. Es sind ihrer eine große Zahl. Unter ihnen hat keiner sich so mit Rat und Tat bemüht, wie Herr Max Haefeli, Basel, welcher als Chemiker auf Kunstharze spezialisiert ist. Er hat mir die Entwicklung der Methode überhaupt erst möglich gemacht. Ihm vor allem, neben den vielen anderen nicht besonders Genannten, herzlichen Dank!

Literatur

(1) Fick, Arch. Augenheilk. 18, 279.

(2) Galezowski, 4. Kongr. frz. ophthalm. Ges. 1886.

(3) De Wecker, Soc. Ophthalm. Paris, 1889.

(4) zit. nach Much, Arch. Augenheilk., 105, 390.

(5) zit. nach Dor, Soc. franç. Ophthalm., Mai 1893.

(6) L. Heine, 13. internat. Ophthalm.-Kongr. Amsterdam 1929.

(7) Ung. Ophthalm. Ges., Nov. 1929.

(8) Dallos, Klin. Mbl. Augenheilk., 84, 418.

(9) Strebel, Klin. Mbl. Augenheilk., 89, 633.

(10) zit. nach Much, Loc. cit.

(11) v. Csapòdy, Klin. Mbl. Augenheilk., 82, 818.

(12) Prister, Boll. Assoc. med. triest., 24, 805.

(13) Dallos, Klin. Mbl. Augenheilk., 91, 640.

(14) Serr, 52. Kongr. dtsch. ophthalm. Ges. Heidelberg 1938.

(15) Sattler, Klin. Mbl. Augenheilk., 100, 172.

(16) Flynn, Austral. a. N. Zeald. J. Surg., 9, 259.

(17) Wachtel, Klin. oczna, 16, 183, zit. nach Z. Augenheilk., 41, 519.

(18) Teißler, Klin. Mbl. Augenheilk., 100, 120.

(19) v. Györffy, Klin. Mbl. Augenheilk., 104, 81.

(20) Th. Obrig, Arch. of Ophthalm., 17, 1089 und
Arch. of Ophthalm., 19, 735.

(21) Maisler, Arch. of Ophthalm., 21, 359.